

TEMA 65

SISTEMAS DE CONTROL: ELEMENTOS COMPONENTES, VARIABLES, FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA Y DIAGRAMA FUNCIONAL.

- 1. INTRODUCCIÓN.**
- 2. CONCEPTO DE SISTEMA.**
- 3. SISTEMAS DE CONTROL.**
 - 3.1. Sistemas de control en anillo abierto.
 - 3.2. Sistemas de control en anillo cerrado.
- 4. ELEMENTOS COMPONENTES DE UN SISTEMA DE CONTROL.**
- 5. VARIABLES DE UN SISTEMA DE CONTROL.**
- 6. FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA DE UN SISTEMA.**
- 7. DIAGRAMA FUNCIONAL DE UN SISTEMA DE CONTROL.**
 - 7.1. Diagrama de bloques.
 - 7.2. Conexión de los bloques.
 - 7.3. Simplificación de un esquema de bloques. Forma canónica.
 - 7.4. Función de transferencia de un esquema en forma canónica.

BIBLIOGRAFIA**1. INTRODUCCIÓN.**

Podemos decir que el concepto de control abarca aquellas funciones que consisten en influir, dentro de unos límites preestablecidos, en una o varias magnitudes pertenecientes a un determinado sistema, basándose en otras magnitudes distintas a las controladas.

Como ejemplo más cotidiano consideraremos la temperatura alcanzada por la placa de nuestra cocina, ésta depende directamente de la posición en la que se encuentra el mando selector de dicha placa.

Es fácil percibir la importancia que pueden tener los conceptos de control dentro del proceso industrial, encontraremos sistemas de control aplicados con distintas técnicas (eléctricas, electrónicas, mecánicas, hidráulicas, etc.). A pesar de la heterogeneidad de las técnicas, los fundamentos básicos son comunes a todas ellas.

2. CONCEPTO DE SISTEMA.

Un sistema es una combinación de componentes que actúan conjuntamente y cumplen un determinado objetivo. El concepto de sistema no está limitado a los sistemas físicos, sino que abarca también los sistemas biológicos, económicos, etc.

Para representar un sistema se utiliza un rectángulo en el que las variables que actúan sobre el sistema, llamadas excitaciones o entradas, se indican mediante flechas que penetran en dicho rectángulo, mientras que las variables producidas por el sistema, llamadas salidas se indican mediante flechas que salen del rectángulo.

Sin embargo en la práctica sólo interesa estudiar algunas de las salidas y, de todas las variables de entrada, se considera aquella que actúa de una forma directa sobre la variable de salida elegida.

La siguiente expresión corresponde normalmente a una ecuación diferencial de tipo lineal o no lineal, lo que da lugar a una división fundamental en el estudio de los sistemas de control, según sus componentes respondan como sistemas lineales o no lineales.

3. SISTEMAS DE CONTROL.

Los sistemas en los que una variable de salida es ajustada para que tenga un valor prefijado mediante una determinada acción de control. Básicamente existen tres *tipos fundamentales de sistemas de control*:

- Sistemas de control realizados por el hombre, tal como un conmutador eléctrico.
- Sistemas de control naturales o biológicos, tales como la temperatura del cuerpo humano.
- Sistemas de control mixtos, en los que actúan tanto el hombre como determinados mecanismos, como en el caso de la persona que conduce un automóvil.

Considerando *la forma en que es realizada la acción de control*, los sistemas de control pueden ser clasificados en los siguientes tipos:

- a) Sistemas de control en anillo abierto.
- b) Sistemas de control en anillo cerrado.
- c) Sistemas de control con modelo de referencia.
- d) Sistemas de control adaptativo.
- e) Sistemas de control con aprendizaje.

En lo que *respecta al tipo de señales de control que son manejadas*, los sistemas de control se clasifican en:

- a) Sistemas de control en “continua”, son aquellos en los que la señal de control es de tipo continuo.
- b) Sistemas de control “de alterna”, son aquellos en los que la señal de control es de tipo sinusoidal.
- c) Sistemas de control “híbridos”, son aquellos que se emplean tanto en corriente continua como en alterna.

Por lo que hace *referencia a la forma en que se realizan las operaciones de control*, se clasifican en:

- a) Sistemas de control analógico, e utilizan señales de tipo analógico.
- b) Sistemas de control por ordenador, las señales son procesadas por un ordenador.

3.1. Sistemas de control en anillo abierto.

Son aquellos en los que la entrada o referencia es la única variable que ejerce una acción de control sobre el valor de la variable de salida, y, por consiguiente, el valor de la salida no ejerce ningún efecto sobre la acción de control.

En un sistema de control en anillo abierto, a cada entrada de referencia le corresponde una condición de funcionamiento, en consecuencia, la exactitud del sistema dependerá de su calibración.

Cualquier sistema de control que funcione a base de tiempos es de anillo abierto, por ejemplo, el control del tráfico por señales en función de tiempos, otro ejemplo la regulación de la velocidad en un motor de c.c.

3.2. Sistemas de control en anillo cerrado.

Son aquellos en los que la acción de control depende tanto de la entrada de referencia como del valor instantáneo que toma la variable de salida, en otras palabras, un sistema de control en anillo cerrado implica el hacer uso del efecto de realimentación de la variable de salida a la entrada del sistema, al objeto de reducir el error que pudiera producirse en la variable de salida por efecto de la aparición de perturbaciones en el sistema.

En la industria y en el hogar hay numerosos sistemas de control automático en anillo cerrado ya que así funcionan los refrigeradores, los calentadores de agua, la calefacción mediante termostato, etc.

Según las especificaciones de funcionamiento impuestas a los sistemas de control automático en anillo cerrado, se designan a éstos con los siguientes nombres:

- a) Servosistema regulador: El objeto es que la variable de salida se mantenga constante frente a las perturbaciones exteriores, ejemplo los estabilizadores de rumbo para barcos y aviones.
- b) Servosistemas de posición o servomecanismos: Es un sistema de control automático en anillo cerrado en el que se desea que la variable de salida no permanezca constante, sino que siga continuamente los valores impuestos por la señal de referencia.
- c) Sistemas de control con moldeo de referencia: Consiste en un sistema de control utilizable en aquellos sistemas físicos que presentan alinelidades que impiden utilizar las técnicas de diseño adecuadas a los sistemas lineales. Dicho modelo debe dar la salida deseada para una entrada dada.
- d) Sistemas de control adaptativo: Es un sistema que mide continua y automáticamente las características dinámicas de la plana o sistema controlado, es decir es un sistema que puede medir continuamente sus parámetros de funcionamiento de acuerdo con un índice de comportamiento dado, y modificarlos, en caso necesario, para que el funcionamiento sea óptimo.
- e) Sistemas de control con aprendizaje. Constituye un sistema de control al que se le ha “enseñado” la elección de control para cada situación ambiental.

4. ELEMENTOS COMPONENTES DE UN SISTEMA DE CONTROL.

Es necesario utilizar un conjunto de dispositivos tecnológicos que permitan realizar la función de control propuesta, en todo servosistema se utilizarán los siguientes:

1. *Generador del valor de referencia o consigna*, consiste en un dispositivo capaz de generar una señal de igual o de distinto tipo que la señal de salida del sistema que se quiere gobernar.
2. *Transductor de la señal de salida*. Consiste en un dispositivo capaz de medir en cada instante el valor de la magnitud de salida y proveer una señal proporcional a dicho valor. Normalmente todo transductor consta de dos partes, el captador y el transmisor.
3. *El comparador*, llamado también detector de error, es el dispositivo encargado de comparar el valor de referencia con el valor medido de la variable de salida a través del transductor de realimentación.
4. *El corrector de error* es el dispositivo encargado de amplificar y modificar adecuadamente la señal de error que le proporciona el detector de error, con el fin de que la acción de control sobre

el sistema sea más eficaz y presente mejores características de funcionamiento en cuanto a precisión, estabilidad, tiempo de respuesta y sobreoscilaciones.

5. *El amplificador de control*, llamado también amplificador de potencia, tiene como finalidad amplificar la señal vista por el corrector de error al objeto de que alcance un nivel suficiente para accionar el elemento final de control.
6. *El elemento final de control* es el dispositivo situado en un sistema de control cuyo objeto es modificar la variable de entrada del sistema controlado.
7. *El sistema o planta* es el lugar donde se desea realizar una acción de control.

5. VARIABLES DE UN SISTEMA DE CONTROL.

En el análisis de un sistema de control se observa que cada uno de los componentes, transductores, amplificadores, etc., constituye sistemas físicos individuales caracterizados por tener una entrada y una salida variables con el tiempo.

Para poder determinar cómo están relacionadas las entradas y salidas de cada sistema, es necesario aplicar las leyes físicas que lo rigen, obteniéndose dos ecuaciones, las cuales serán de dos tipos:

- Ecuaciones diferenciales lineales.
- Ecuaciones diferenciales no lineales.

Donde $x(t)$ es la variable de entrada del sistema e $y(t)$ la variable de salida.

6. FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA DE UN SISTEMA.

La expresión analítica de un sistema mediante la ecuación diferencial correspondiente permite clasificar los sistemas en grupos que tengan igual ecuación diferencial, ya que su resolución y comportamiento será idéntico.

En la teoría de servosistemas no suele definirse el comportamiento de un sistema por su ecuación diferencial sino por una expresión equivalente que recibe el nombre de función de transferencia o transmitancia y cuya expresión se obtiene del siguiente modo, consideremos el operador diferencial P y de una forma general el operador diferencial de orden n -ésimo.

$$P^n = \frac{d^n}{dt^n}$$

En consecuencia, se llama función de transferencia a la siguiente expresión:

$$W(P) = \frac{b_m P^m + b_{m-1} P^{m-1} + \dots + b_1 P + b_0}{a_n P^n + a_{n-1} P^{n-1} + \dots + a_1 P + a_0}$$

7. DIAGRAMA FUNCIONAL DE UN SISTEMA DE CONTROL.

7.1. Diagrama de bloques.

Consiste en la utilización de líneas y rectángulos mediante los que se representan los elementos que forman parte de un sistema de control, así como el recorrido y el sentido de las señales que van de un elemento a otro.

Los elementos funcionales más importantes en este sistema de representación son:

- El bloque de transferencia.
- El nudo.
- Las señales de entrada, salida y de reacción.

El bloque de transferencia se caracteriza por expresar mediante un rectángulo la relación que existe entre la señal de entrada y de salida de cada uno de los componentes de un sistema de control, dicha relación recibe el nombre de función de transferencia.

El nudo se utiliza en aquellos casos en que dos o más segmentos representativos de señales del sistema se encuentran para dar lugar a un nuevo segmento de salida, se puede dar por lo tanto, nudos aditivos o nudos diferenciadores. Existe además un tipo particular de nudo llamado nudo de ramificación, caracterizado por poseer un solo segmento de entrada y varios segmentos de salida.

Las señales de un sistema se representan mediante segmentos orientados, los cuales pueden ser de entrada cuando se dirigen a un bloque y de salida cuando salen de un bloque.

7.2. Conexión de los bloques.

Los bloques pueden estar situados entre sí de tres distintas formas:

1. En serie: cuando la salida de un bloque está unida a la entrada del siguiente.
2. En paralelo: tienen la misma señal de entrada y sus salidas convergen de un nudo aditivo.
3. Anillo: dos bloques o más están en anillo cuando la salida del último está unido con la entrada del primero.

7.3. Simplificación de un esquema de bloques. Forma canónica.

Dado el esquema de bloques de un sistema de control o de un circuito determinado, siempre es posible reducirlo a una estructura particular llamada canónica. Para reducir un esquema de bloques a su forma canónica se siguen las siguientes reglas de simplificación:

1. Varios bloques en serie equivalen a un solo bloque cuya función de transferencia es igual al producto de las funciones de transferencia de cada uno de los bloques en serie.
2. Varios bloques conectados en paralelo equivalen a un solo bloque cuya función de transferencia es igual a la suma de las funciones de transferencia de los bloques en paralelo.

7.4. Función de transferencia de un esquema en forma canónica.

Dado un esquema de bloques en forma canónica, es posible obtener la función transformación correspondiente a la relación que existe entre la señal de entrada y la señal de salida. Para ello se parte del esquema en forma canónica, suponiendo que el nudo es diferenciador, según la siguiente figura: pág 19, fig.17

De dicho esquema se obtienen la relaciones siguientes:

$$E = X - By$$

$$Y = \mu E$$

$$\text{Luego } E = Y/\mu$$

En consecuencia el esquema de bloques es equivalente a un bloque indicado en la siguiente figura .Pág.19 fig.18

De la observación de esta expresión se deduce que si $\mu\beta \gg 1$ resultará que:

$$1 + \mu\beta \sim \mu\beta$$

BIBLIOGRAFIA

Enciclopedia de la electrónica, ingeniería y técnica. Grupo Editorial Océano.